



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Patentschrift  
⑩ DE 40 41 068 C 2

⑥1 Int. Cl. 6:  
**F 16 C 33/44**  
F 16 C 33/56  
B 29 D 31/02

②1 Aktenzeichen: P 40 41 068.4-12  
②2 Anmeldetag: 20. 12. 90  
④3 Offenlegungstag: 9. 1. 92  
④5 Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 12. 10. 95



DE 40 41 068 C 2

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

③0 Unionspriorität: ③2 ③3 ③1  
25.06.90 JP 2-166243

⑦3 Patentinhaber:  
NTN - Rulon Industries Co. Ltd., Tokio/Tokyo, JP;  
Asahi Glass Co. Ltd., Tokio/Tokyo, JP

⑦4 Vertreter:  
Schwan, G., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 81739 München

⑦2 Erfinder:  
Umamoto, Noboru, Mie, JP; Kanno, Fukuo,  
Yokohama, Kanagawa, JP

⑤6 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE 38 90 466 T1  
JP 64-79 419 A

⑤4 Käfig für Wälzlager

DE 40 41 068 C 2

## DE 40 41 068 C2

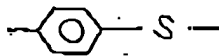
## Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Kunststoffkäfig für Wälzlager, der sich bei Hochtemperaturbedingungen einsetzen läßt.

Man hat als Käfige für Wälzlager (im folgenden kurz als Käfig bezeichnet) bereits Kunststoffkäfige aus einem Polyamidharz, wie Nylon, in großem Umfang eingesetzt, weil solche Käfige hervorragende mechanische Eigenschaften, wie Formbarkeit und Flexibilität, haben und aufgrund der geringen Werkstoffkosten zu hoher Produktivität führen. Fig. 1 zeigt einen Käfig 1, der mit Taschen 3 ausgestattet ist, deren Einlaßöffnungen durch Vorsprünge 2 verengt sind, um in den Taschen Wälzkörper 4, beispielsweise in Form von Stahlkugeln, drehbar zu halten.

Ein Problem eines solchen Nylonkäfigs 1 besteht darin, daß Nylon dazu neigt, unbrauchbar zu werden und seine Solleigenschaften zu verlieren, wenn es ständig bei einer Temperatur von 120°C oder mehr verwendet wird oder wenn es unter Bedingungen eingesetzt wird, wo es mit einem Öl in Berührung gebracht wird, das Hochdruckzusätze oder eine saure Chemikalie enthält.

Ein möglicher Ersatzstoff für Nylon ist Polyphenylensulfidharz (im folgenden auch abgekürzt als PPS-Harz bezeichnet), weil es sich bei hohen Temperaturen verwenden läßt und gleichwohl relativ preiswert ist. Ein solches Harz hat auch eine hohe Beständigkeit gegenüber Wärme und chemischen Angriffen, und es weist eine gute Formbarkeit auf. Ein PPS-Harz ist ein Polymer, das eine Folge von Einheiten der Formel



aufweist. Es wird beispielsweise hergestellt, indem Natriumsulfid und P-Dichlorbenzol in einem Amid-Lösungsmittel, wie N-Methylpyrrolidon oder Dimethylacetamid, umgesetzt werden. Das PPS-Harz bildet in diesem Zustand ein polymerisiertes Harz. Es gibt zwei Arten von PPS-Harzen, nämlich vernetzbares PPS-Harz (auch verzweigtes PPS-Harz genannt) und geradkettiges PPS-Harz. Die Schmelzviskosität des erstgenannten Harzes wird gesteigert, indem ein PPS-Harz von niedriger Viskosität und niedrigem Molekulargewicht, das (nach dem Polymerisieren) eine Schmelzviskosität von 2 bis 10 Pa·s hat, oxidiert und vernetzt wird, indem es in Atmosphärenluft auf eine unter dem Schmelzpunkt liegende Temperatur erhitzt wird, oder indem ein vernetztes oder verzweigtes Gefüge dadurch herbeigeführt wird, daß ein Vernetzungs- und/oder Verzweigungsmittel absichtlich zugegeben wird.

Das so erhaltene vernetzbare PPS-Harz hat eine hohe Schmelzviskosität und damit auch eine hohe Wärmebeständigkeit; es ist aber spröde und damit weniger flexibel. Ein solches Harz eignet sich nicht als Werkstoff für einen Käfig, weil der Käfig ausreichend flexibel sein muß, so daß die Wälzkörper 4 in die Taschen 3 gedrückt werden können.

Geradkettiges PPS-Harz wird hergestellt, indem der Polymerisationsgrad der Molekülketten auf einen hohen Wert gesteigert wird, so daß gerade Ketten gebildet werden. Ein solches Harz ist im Vergleich zu dem vernetzbaren PPS-Harz sehr flexibel und zäh.

In der JP 64-79419 A wird vorgeschlagen, geradkettiges PPS-Harz für einen Käfig von Wälzlagern zu benutzen. Während zwar ein Lagerkäfig aus geradkettigem PPS-Harz leicht zu montieren ist, sind jedoch die mechanischen Eigenschaften, wie thermische Stabilität und Kriechfestigkeit bei hoher Temperatur (150°C oder höher) schlecht. Infolgedessen kann ein aus einem solchen Werkstoff gefertigter Käfig durch Zentrifugalkräfte so stark verformt werden, daß er den äußeren Laufring berührt, wodurch zusätzliche Reibungswärme erzeugt wird. Dies hat einen nachteiligen Einfluß auf das Schmiermittel; das Betriebsverhalten des Lagers verschlechtert sich.

Aus der DE 38 90 466 T1 ist ein Käfig für Wälzlager bekannt, der aus einem faserverstärktes Polyphenylensulfidharz enthaltenden Werkstoff gefertigt ist. Dabei soll es sich um ein geradkettiges (lineares) Polyphenylsulfidharz handeln, das keine Vernetzungsmittel oder Verzweigungsmittel enthält und das eine bei 310°C gemessene Schmelzviskosität von 70 Pa·s oder mehr hat, wobei zur Verstärkung vorzugsweise Glasfasern in einer Menge von 0 bis 50 Gewichtsprozent und bevorzugt von 0 bis 35 Gewichtsprozent vorgesehen sind. Der bekannte Werkstoff kann ferner Füllstoffe, unter anderem pulverförmiges Phenolharz, pulverförmige Silikonharze und fluorierte Harze, enthalten. Im Rahmen von Vergleichsbeispielen sind Käfige aus glasfaserverstärktem verzweigtem Polyphenylensulfidharz genannt, von denen jedoch wegen geringerer Zähigkeit, mangelnder Flexibilität, erhöhter Sprödigkeit und schlechter Alterungseigenschaften abgeraten wird.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Käfig zu schaffen, der unter Vermeidung der vorstehend geschilderten Probleme eine ausreichende Flexibilität hat, um Wälzkörper leicht einsetzen zu können, der sich durch hohe mechanische Festigkeit und Widerstandsfähigkeit gegenüber chemischen Angriffen auszeichnet und der weniger zu Verformungen bei hohen Temperaturen neigt.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch einen Käfig für ein Wälzlager, der aus einem faserverstärktes Polyphenylensulfidharz enthaltenden Werkstoff gefertigt ist und der dadurch gekennzeichnet ist, daß das Polyphenylensulfidharz ein vernetztes Polyphenylensulfidharz ist, das im polymerisierten Zustand eine bei 300°C gemessene Schmelzviskosität von 35 bis 300 Pa·s hat;

daß der Werkstoff ferner ein fluorhaltiges Harz enthält, das aus der aus Tetrafluorethylenharz (PTFE), Tetrafluorethylen-Perfluoralkylvinylether-Copolymer (PFA), Tetrafluorethylen-Hexafluorpropylen-Copolymer, Ethylen-Tetrafluorethylen-Copolymer, Tetrafluorethylen-Fluoralkylvinylether-Fluorolefin-Copolymer, Polytrichlorfluorethylen und Polyfluorvinyliden bestehenden Gruppe ausgewählt ist; und daß die Gehalte des Werkstoffes, in Gewichtsprozent, von Polyphenylensulfidharz : Faserverstärkungsmittel :

## DE 40 41 068 C2

fluorhaltigem Harz im Bereich von 45 bis 88 : 10 bis 40 : 2 bis 15 liegen.

Bevorzugte weitere Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Ausführungsbeispiele des Käfigs nach der Erfindung sind nachstehend unter Bezugnahme auf die Zeichnungen näher erläutert. Es zeigt:

Fig. 1 eine perspektivische Ansicht eines Teils eines Käfigs für ein Wälzlager,

Fig. 2 einen Schnitt, der die Beziehung zwischen dem Wälzlagerkäfig und dem Lager erkennen läßt, das vorgesehen wird, um zu prüfen, wie leicht Stahlkugeln eingesetzt werden können, und

Fig. 3 eine Draufsicht eines Testgerätes zum Erläutern des Dauerhaftigkeitstests für die Vorsprünge des Wälzlagerkäfigs.

Das erfindungsgemäß als Werkstoff für den Käfig vorgesehene vernetzbare Polyphenylensulfidharz, das durch Vernetzen eines PPS-Harzes erhalten wird, das im polymerisierten Zustand eine bei 300°C gemessene Schmelzviskosität von 35 bis 300 Pa·s hat, ist ausreichend flexibel und hat bei hohen Temperaturen ausgezeichnete mechanische Eigenschaften. Ein Käfig bestehend aus einem Werkstoff aus dem vorstehend genannten vernetzbaren PPS-Harz, aus einem Faserverstärkungstoff und zusätzlich einem fluorhaltigen Harz, erlaubt eine einfache Montage, während die Verformung beim Einsatz unter hohen Temperaturen gering ist.

Das erfindungsgemäße vernetzbare PPS-Harz hat im polymerisierten Zustand eine bei 300°C gemessene Schmelzviskosität von 35 bis 300 Pa·s und vorzugsweise von 50 bis 100 Pa·s. Ein vernetzbares PPS-Harz, das durch Vernetzen eines PPS-Harzes mit einer bei 300°C gemessenen Schmelzviskosität von weniger als 35 Pa·s im polymerisierten Zustand erhalten wird, hat eine so geringe mechanische Festigkeit und eine so schlechte Flexibilität, daß der aus einem solchen vernetzbaren PPS-Harz gefertigte Käfig leicht zu Bruch gehen würde, wenn die Wälzkörper eingesetzt werden. Bei einer bei 300°C gemessenen Schmelzviskosität von mehr als 300 Pa·s ist die Kriechfestigkeit bei hohen Temperaturen schlecht; würde ein solches Harz für einen Käfig verwendet, könnte es leicht zu Verformungen kommen.

Ein polymerisiertes PPS-Harz kann vernetzt werden, indem es in der Atmosphäre auf eine Temperatur erhitzt wird, die niedriger als die Schmelztemperatur ist, oder indem ein Vernetzungs- oder Verzweigungsmittel zugesetzt wird. Das so hergestellte vernetzbare PPS-Harz sollte eine bei 300°C gemessene Schmelzviskosität von 100 bis 4000 Pa·s und vorzugsweise von 140 bis 2000 Pa·s haben. Besonders günstig ist eine bei 300°C gemessene Schmelzviskosität im Bereich von 150 bis 1000 Pa·s. Ein vernetzbares PPS-Harz mit einer bei 300°C gemessenen Schmelzviskosität von weniger als 140 Pa·s ist nicht zu bevorzugen, weil es wegen verschlechterter mechanischer Eigenschaften, wie verminderter Kriechfestigkeit, dazu neigt, bei höheren Temperaturen als 150°C leicht deformiert zu werden. Ein vernetzbares PPS-Harz mit einer bei 300°C gemessenen Schmelzviskosität von mehr als 2000 Pa·s ist nicht günstig, weil selbst dann, wenn seine bei 300°C gemessene Schmelzviskosität vor dem Vernetzen bei 35 bis 300 Pa·s liegt, seine Formbarkeit so gering und seine Flexibilität so schlecht ist, daß es schwierig ist, Wälzkörper in den Käfig einzusetzen.

Die Schmelzviskosität wurde unter den folgenden Bedingungen gemessen:

Meßtemperatur: 300°C

Düsenöffnung: 1 mm Bohrungsdurchmesser, 10 mm Länge

Meßlast: 20 kg/cm<sup>2</sup>

Benutzte Vorrichtung: Flußtester

Vorheizdauer: 6 Minuten.

Was die thermische Stabilität des vernetzbaren PPS-Harzes anbelangt, so sollte die Änderungsrate der Schmelzviskosität zwischen 6 Minuten und 30 Minuten nach dem Vorheizen zwischen -50 und 150 Prozent liegen. Diese Änderungsrate wird durch die folgende Formel definiert

$$\text{Änderungsrate} = \frac{P_{30} - P_6}{P_6} \times 100$$

P<sub>6</sub>: Wert gemessen 6 Minuten nach dem Vorheizen

P<sub>30</sub>: Wert gemessen 30 Minuten nach dem Vorheizen.

Die von der Firma Tohpren Co., Ltd. hergestellten Kunststoffe T-4 (2) und Tx-007 stellen vernetzbare PPS-Harze dar, die den oben genannten Bedingungen entsprechen.

Der vorliegend benutzte Faserverstärkungstoff ist nicht auf einen speziellen Typ beschränkt, sofern der Verstärkungstoff die Temperatur aushält, die auftritt, wenn das PPS-Harz durch Schmelzen geformt wird. Zu solchen Faserverstärkungstoffen gehören wärmebeständige anorganische Nichtverbundfasern, wie Glasfasern, Kohlefasern, Graphitfasern, Wollastonit, Siliziumcarbidwhisker, Saphirwhisker, Stahläden, Kupferäden oder Fäden aus rostfreiem Stahl, sowie wärmebeständige anorganische Verbundfasern, wie Borfasern oder Siliziumcarbidfasern, die dadurch erhalten werden, daß eine Bor- oder Siliziumcarbidfaser auf einem Kern aus einer Wolfram- oder Kohlenstofffaser ausgebildet wird, sowie wärmebeständige organische Fasern, wie aromatische Polyamidfasern. Im Hinblick auf die Kosten, die Verfügbarkeit und die einfache Handhabung eignen sich Glasfasern besonders gut als Faserverstärkungstoff.

Solche Glasfasern werden aus anorganischem Glas hergestellt, das SiO<sub>2</sub>, B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CaO, Na<sub>2</sub>O oder K<sub>2</sub>O enthält. Derartige Gläser werden in alkaliarmes Glas (abgekürzt E-Glas) und alkalihaltiges Glas (abgekürzt C-Glas oder A-Glas) unterteilt. Vorliegend werden bevorzugt Fasern aus E-Glas eingesetzt, die eine Faserlänge

## DE 40 41 068 C2

von 0,1 bis 10 mm haben. Der Durchmesser der Fasern sollte 15 µm oder weniger, vorzugsweise 10 µm oder weniger, betragen. Wenn der Faserdurchmesser größer als 15 µm ist, ist ein unter Verwendung einer solchen Glasfaser hergestellter Kunststoffkäfig für Wälzlager weniger flexibel und schwieriger zu montieren. Für eine gute Affinität mit dem PPS-Harz kann der Faserverstärkungsstoff mit einem Silan-Haftvermittler, wie Aminosilan, Epoxidsilan und Merkaptosilan, einem ein Chromhaftmittel enthaltenden Schlichtemittel oder sogenannten Greige-Goods behandelt werden.

Das vorliegend verwendete fluorhaltige Harz ist aus der aus Tetrafluorethylenharz (abgekürzt PTFE), Tetrafluorethylen-Perfluoralkylvinylether-Copolymer (PFA), Tetrafluorethylen-Hexafluorpropylen-Copolymer, Ethylen-Tetrafluorethylen-Copolymer, Tetrafluorethylen-Fluoralkylvinylether-Fluorolefin-Copolymer, Polytrichlorfluorethylen und Polyfluorvinyliden bestehenden Gruppe auszuwählen.

Die Gehalte (in Gewichtsprozent) der Bestandteile sind vorliegend wie folgt zu wählen:

vernetzbares PPS-Harz (A)

Faserverstärkungsstoff (B)

fluorhaltiges Harz (C)

A : B : C = 45 bis 88 : 10 bis 40 : 2 bis 15, vorzugsweise 70 bis 80 : 15 bis 25 : 5.

Wenn der Gehalt an fluorhaltigem Harz bei 2 Prozent oder weniger liegt, läßt die Flexibilität zu wünschen übrig. Bei einem Gehalt dieses Harzes von 15 Prozent oder mehr ist die mechanische Festigkeit mangelhaft.

Der Gegenstand, der aus dem erläuterten Werkstoff mit einem vernetzbaren Polyphenylensulfidharz und Faserverstärkungsstoff geformt wird, sollte eine maximale Auslenkung bei Bruch von 3,3 mm oder mehr bei einer Biegefestigkeitsmessung bei Raumtemperatur (23°C) gemäß ASTM D790 haben. Bei einem niedrigeren Wert ist es wegen der geringen Flexibilität schwierig, Wälzkörper in den Käfig einzusetzen. Wenn der Elastizitätsmodul des Werkstoffes bei einer Biegefestigkeitsmessung bei 200°C entsprechend ASTM D790 150 kg/mm<sup>2</sup> oder weniger beträgt, kommt es im Hochtemperaturbereich zu unerwünschten Verformungen des Käfigs.

Bei dem vorliegend angewendeten ASTM D790-Verfahren wird, nachdem jedes 25,4 × 76,2 × 3,2 mm große Probenstück bei einer Temperatur von 23°C und einer relativen Luftfeuchtigkeit von 50% 24 Stunden lang konditioniert wurde, ein Gleitbacken mit einer Geschwindigkeit von 1 mm/min bei Raumtemperatur oder bei 200°C abgesenkt.

Beliebige Füllstoffe können zugegeben werden, sofern sie die angestrebten Werkstoffeigenschaften nicht beeinträchtigen. Zu solchen Füllstoffen gehören ein wärmebeständiges organisches Material von hohem Molekulargewicht, wie aromatisches Polyetherketonharz, Polyetherimidharz, Polyethersulfonharz, Polyamid-Imidharz, wärmebeständiges Polyamidharz, Phenolharz, aromatisches Polyesterharz, Polyimidharz und Silikonharz, ein anorganisches Pulver aus Metall oder Oxid zur Verbesserung der Wärmeleitfähigkeit, wie Graphit oder Zink, Aluminium und Magnesium, ein feinteiliges anorganisches Material, wie Glasperlen, Silikasand, Diatomeenerde, Asbest, Magnesiumkarbonat, Kalziumkarbonat, Kalziumoxid, Kalziumfluorid, Kalziumhydroxid, ein anorganisches Pulver zur Verbesserung der Schmiereigenschaften, wie Molybdänsulfid, Graphit, Kohlenstoff, Glimmer, Talk und Molybdänoxid, ein anorganisches Pigment, wie Eisenoxid, Cadmiumsulfid, Cadmiumselenid und Ruß, und ein Innenschmiermittel, wie Silikonöl, Esteröl, Fluoröl, Polyphenylenetheröl, Wachis und Zinkstearat.

Das PPS-Harz, der Faserverstärkungsstoff, fluorhaltiges Harz und weitere Zusatzstoffe können auf beliebige Weise miteinander vermischt werden. Beispielsweise erfolgt ein Mischen im Trockenzustand unter Verwendung eines Mischers, wie eines Henschelmischers, einer Kugelmühle oder eines Fallmischers. Sodann kann ein Mischen während des Schmelzens unter Verwendung von Heizwalzen, eines Kneters, eines Banburymischers oder eines Schmelzextruders erfolgen, um den Werkstoff in die Form von Pellets zu bringen. Schließlich kann der Werkstoff durch Schmelzen in die Form eines Käfigs für ein Wälzlager gebracht werden. Die Formbedingungen sind nicht beschränkt; es kann mit den für PPS-Harz üblichen Formbedingungen gearbeitet werden.

Die in den Beispielen für die Erfindung und den Vergleichsbeispielen verwendeten Werkstoffe sind nachstehend angegeben. Für PPS-Harze sind auch die bei 300°C gemessene Schmelzviskosität im polymerisierten Zustand (P1) und die Schmelzviskosität 6 Minuten und 30 Minuten nach dem Vernetzen (P2 bzw. P3) genannt.

1) vernetzbares PPS-Harz (der Tohpren Co., Ltd.: T-4(2), P1 = 70 Pa·s, P2 = 184 Pa·s, P3 = 135 Pa·s)

2) vernetzbares PPS-Harz (der Tohpren Co., Ltd.: TX-007, P1 = 70 Pa·s, P2 = 703 Pa·s, P3 = 1340 Pa·s)

3) vernetzbares PPS-Harz (der Tohpren Co., Ltd.: Probe PPS (1), P1 = 70 Pa·s, P2 = 188 Pa·s, P3 = 153 Pa·s)

4) vernetzbares PPS-Harz (der Tohpren Co., Ltd.: Probe PPS (2), P1 = 70 Pa·s, P2 = 232 Pa·s, P3 = 215 Pa·s)

5) vernetzbares PPS-Harz (der Tohpren Co., Ltd.: T-4-(1), P1 = 30 Pa·s, P2 = 245 Pa·s, P3 = 352 Pa·s)

6) geradkettiges PPS-Harz (der Kureha Chemical Industry Co., Ltd.: KPS-#214, Schmelzviskosität = 140 Pa·s)

7) Glasfaser (der Asahi Fiber Glass Co., Ltd.: CS03DE404, Faserdurchmesser: 6 µm)

8) Glasfaser (der Asahi Fiber Glass Co., Ltd.: CS03DEFT562, Faserdurchmesser: 6 µm)

9) fluorhaltiges Harz PTFE (der Kitamura Co., Ltd.: KTL-610)

10) fluorhaltiges Harz PFA (der Mitsui Dupon Fluorochemical Co., Ltd.: MP-10)

Die oben genannten Stoffe wurden in den in den Tabellen 1 und 2 angegebenen Anteilen mittels eines Henschelmischers im trockenen Zustand gemischt und in einen Doppelschnecken-Schmelzextruder eingegeben, wo sie unter Schmelzen bei einer Zylindertemperatur von 270 bis 330°C und einer Schneckenumdrehungszahl von 50 bis 100 U/min gemischt und granuliert wurden. Danach erfolgte ein Spritzgießen bei einer Zylindertem-

## DE 40 41 068 C2

peratur von 280 bis 340°C, einer Formtemperatur von 100 bis 150°C und einem Spritzdruck von 490 bis 981 bar, um Käfige 1 für ein Lager 6203 entsprechend Fig. 1 zu formen. Mit den derart gefertigten Käfigen wurden die folgenden Tests durchgeführt.

## (1) Test bezüglich der Leichtigkeit des Einsetzens bei der Montage

Entsprechend Fig. 2 wurde der Käfig 1 mittels einer Minipresse in einen Lagerkörper 5 eingesetzt, um den Grad der Beschädigung der Vorsprünge 2 des Käfigs 1 durch die Wälzkörper 4 (Stahlkugeln) und die Leichtigkeit des Einsetzens der Stahlkugeln zu prüfen. Die Ergebnisse sind in den Tabellen 1 und 2 zusammengestellt, wobei die folgende Beurteilung vorgenommen wurde.

## 1) Grad der Beschädigung der Vorsprünge des Käfigs

O... keine Schäden

... leicht beschädigt

X... erheblich beschädigt

## 2) Leichtigkeit des Einsetzens der Stahlkugeln

O... kein Widerstand beim Einsetzen

... geringer Widerstand

X... erheblicher Widerstand

## (2) Dauerhaftigkeitstest für die Vorsprünge des Käfigs

Entsprechend Fig. 3 wurde mittels einer Minipresse 8 ein Stößel 7 mit einer Stahlkugel 6, die einen Durchmesser von 7,16 mm hatte, mit einem Takt von 50 x pro Minute wiederholt in eine in dem Käfig 1 ausgebildete Tasche 3 hineingeschoben und aus der Tasche wieder herausgezogen. Die Anzahl der Arbeitsspiele bis zum Bruch der Vorsprünge 2 wurde für jeden Käfig gemessen. Die Ergebnisse sind in der Tabelle 1 zusammengestellt. Je höher der angegebene Zahlenwert ist, desto höher ist die Dauerfestigkeit des Käfigs und desto sicherer können die Wälzkörper 4 in den Käfig 1 eingesetzt werden.

## (3) Test zur Messung der Käfigverformung

Ein Lager 6203, das mit 0,8 Gramm Schmiermittel (Harnstoffett U295 der Nippon Oil Co., Ltd.) gefüllt und mit Fluorgummi abgedichtet war, wurde mittels eines Testgeräts 200 Stunden lang bei einer Drehzahl von 15 000 U/min, einer Schubkraft von 66,7 N und einer Temperatur von 180°C angetrieben. Die Änderung des Außendurchmessers des Käfigs wurde gemessen. Die Ergebnisse sind in der Tabelle 1 zusammengestellt. Kleinere Abmessungsänderungen lassen erkennen, daß die Käfige nicht oder weniger verformt wurden.

## (4) Test zur Beurteilung der Verschlechterung des Schmiermittels

Der Grad der Verschlechterung des verwendeten Schmiermittels (Harnstoffett U295 der Nippon Oil Co., Ltd.) wurde gemessen, nachdem jeder Käfig 200 Stunden lang ständig unter den gleichen Bedingungen wie im Test (3) angetrieben worden war. Die Ergebnisse sind gleichfalls in der Tabelle 1 zusammengestellt. Dabei bedeuten

O... Verfärbung beobachtet, keine Verschlechterung

... Verfärbung beobachtet, geringe Verschlechterung

X... Verfärbung beobachtet, erhebliche Verschlechterung

## (5) Messung der maximalen Biegeauslenkung und des Biegemoduls

Die maximale Biegeauslenkung bei Bruch im Rahmen der Biegefestigkeitsmessung bei Raumtemperatur (23°C) und der Elastizitätsmodul im Rahmen der Biegefestigkeitsmessung wurden entsprechend ASTM D790 bestimmt. Die Ergebnisse sind in den Tabellen 1 und 2 wiedergegeben.

Wie aus den Tabellen 1 und 2 ersichtlich ist, sind Käfige aus vernetzbarem PPS-Harz mit einer bei 300°C gemessenen Schmelzviskosität von 35 Pa·s oder mehr im polymerisierten Zustand sowie aus Faserverstärkungstoff (Beispiele 1 bis 5 in den Tabellen 1 und 2) hinsichtlich der Leichtigkeit des Einsetzens bei der Montage und der Dauerhaftigkeit der Käfigvorsprünge Käfigen überlegen, die aus vernetzbarem PPS-Harz mit einer bei 300°C gemessenen Schmelzviskosität von weniger als 35 Pa·s im polymerisierten Zustand (Vergleichsbeispiele 1 und 3 in Tabelle 1) sowie aus geradkettigem PPS-Harz (Vergleichsbeispiele 2 und 4 in Tabelle 1) gefertigt sind. Die erfindungsgemäßen Käfige neigen ferner in geringerem Umfang zu Verformung während des Betriebs in einem Lager bei hoher Temperatur; es kommt in geringerem Umfang zu einer Verschlechterung des Schmiermittels.

Der erläuterte Käfig läßt sich wegen seiner hohen Flexibilität in einem Lager leicht montieren, und er neigt weniger zu Verformung bei einem Hochtemperatureinsatz. Dadurch werden Lagerschäden vermieden. Der beschriebene Käfig ist ferner aufgrund der Eigenschaften des PPS-Harzes beständig gegenüber Wärme und chemischen Angriffen. Der Käfig eignet sich infolgedessen für ein weites Einsatzgebiet, einschließlich der Kraftfahrzeugindustrie, des Gebiets von Allzweckvorrichtungen, des Maschinenbaus sowie des Baus von elektrischen und elektronischen Geräten.

## DE 40 41 068 C2

Tabelle 1

Gegenstand	No.	Ausführungsform					Vergleichsbeispiel			
		1	2	3	4	5	1	2	3	4
Gehalt (Gewichts-%)	PPS-Harz	① T-4(2)	75	—	75	70	—	—	—	—
		② TX-007	—	75	—	—	80	—	—	—
		⑤ T-4(1)	—	—	—	—	—	75	—	75
		⑥ KPS-#214	—	—	—	—	—	75	—	80
	Glas-faser	⑦ CS03DE404	—	—	20	—	—	20	20	—
		⑧ CS03DEFT562	20	20	—	25	15	—	—	20
	weitere Füllstoffe	⑨ KIL-610	5	5	5	5	5	5	5	5
Testergebnis	Schäden an Käfigvorsprüngen		○	○	○	○	○	△	○	△
	Leichtigkeit des Einsetzens von Stahlkugeln		○	○	○	○	○	△	○	△
	Dauerhaftigkeit der Käfigvorsprünge		213	177	175	158	191	41	48	47
	Verformung des Käfigs (%)		0,78	0,74	0,97	0,71	1,12	1,22	2,15	1,14
	Verschlechterung des Schmiermittels		○	○	○	○	○	△	×	△
	maximale Biegeauslenkung (23°C) (mm)		4,3	4,2	4,2	4,1	4,4	2,7	3,1	2,9
Biegemodul (200°C) (kg/mm <sup>2</sup> )		200	208	194	214	186	140	138	143	137

\* Kratzer am Außenumfang des Käfigs

DE 40 41 068 C2

Tabelle 2

Gegenstand			No.	Ausführungsform				
				1	2	3	4	5
Gehalt (Gewichts-%)	PPS-Harz	③ Probe (1)	75		75	70	75	
		④ Probe (2)		75				
		② TX - 0 0 7						
		⑤ T - 4 (1)						
		⑥ KPS - # 2 1 4						
	Glas-faser	⑦ CS 0 3 DE 4 0 4			20			
		⑧ CS 0 3 DE FT 5 6 2	20	20		25	20	
	fluor-haltiges Harz	⑨ PTFE	5	5	5	5		
		⑩ PFA					5	
Testergebnis	Schäden an Käfigvorsprüngen		○	○	○	○	○	
	Leichtigkeit des Einsetzens von Stahlkugeln		○	○	○	○	○	
	Dauerhaftigkeit der Käfigvorsprünge		361	372	314	315	278	
	Verformung des Käfigs (%)		0,79	0,78	1,06	0,68	0,77	
	Verschlechterung des Schmiermittels		○	○	○	○	○	
	maxim. Biegeauslenkung (23°C) (mm)		4,4	4,4	4,3	4,1	4,1	
	Biegemodul (200°C) (kg/mm <sup>2</sup> )		201	210	194	219	204	

## Patentansprüche

1. Käfig für ein Wälzlager, der aus einem faserverstärktes Polyphenylensulfidharz enthaltenden Werkstoff gefertigt ist, dadurch gekennzeichnet, daß das Polyphenylensulfidharz ein vernetztes Polyphenylensulfidharz ist, das im polymerisierten Zustand eine bei 300°C gemessene Schmelzviskosität von 35 bis 300 Pa·s hat; daß der Werkstoff ferner ein fluorhaltiges Harz enthält, das aus der aus Tetrafluorethylenharz (PTFE), Tetrafluorethylen-Perfluoralkylvinylether-Copolymer (PFA), Tetrafluorethylen-Hexafluorpropylen-Copolymer, Ethylen-Tetrafluorethylen-Copolymer, Tetrafluorethylen-Fluoralkylvinylether-Fluorolefin-Copolymer, Polytrichlorfluorethylen und Polyfluorvinyliden bestehenden Gruppe ausgewählt ist; und daß die Gehalte des Werkstoffes, in Gewichtsprozent, von Polyphenylensulfidharz : Faserverstärkungsstoff : fluorhaltigem Harz im Bereich von 45 bis 88 : 10 bis 40 : 2 bis 15 liegen.

2. Käfig für ein Wälzlager nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Gehalte des Werkstoffes, in Gewichtsprozent von Polyphenylensulfidharz : Faserverstärkungsstoff : fluorhaltigem Harz im Bereich von 70 bis 80 : 15 bis 25 : 5 liegen.

3. Käfig für ein Wälzlager nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das vernetzbare Polyphenylensulfidharz nach dem Vernetzen eine bei 300°C gemessene Schmelzviskosität von 140 bis 2000 Pa·s hat.

4. Käfig für ein Wälzlager nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Werkstoff eine maximale Bruchauslenkung von 3,3 mm oder mehr bei einer Biegefestigkeitsmessung bei Raumtemperatur entsprechend ASTM D790 sowie einen Biegemodul von 150 kg/mm<sup>2</sup> oder mehr bei Messung entsprechend ASTM D790 bei 200°C hat.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

ZEICHNUNGEN SEITE 1

Nummer: DE 40 41 068 C2  
Int. Cl.<sup>6</sup>: F 16 C 33/44  
Veröffentlichungstag: 12. Oktober 1995

FIG. 1

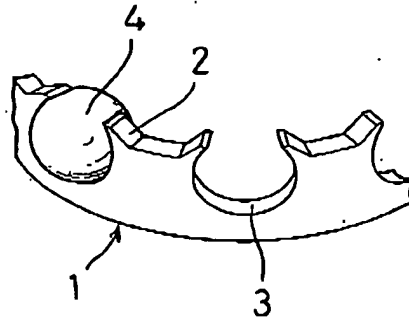


FIG. 2

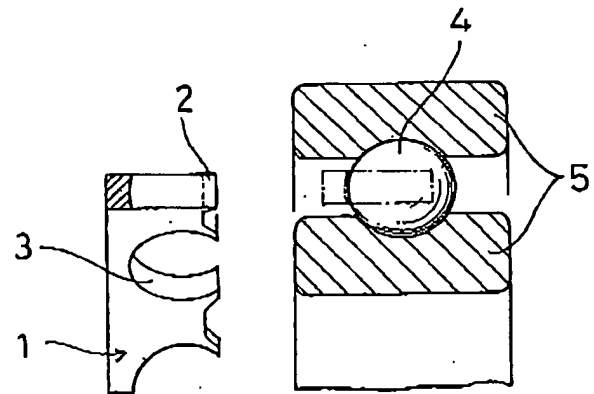


FIG. 3

